

Keragaan Karakter Morfologi dan Agronomi Galur-Galur Sorgum pada Dua Lingkungan Berbeda

Variability of Morphological and Agronomic Traits of Sorghum Breeding Lines in Two Different Environments

Arina Saniaty¹, Trikoesoemaningtyas^{2*}, dan Desta Wirnas²

¹Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 17 Desember 2015/Disetujui 30 Juni 2016

ABSTRACT

The phenotype is a result of expression from genetic, environment, and their interaction. Genetic X environment interaction information is important for plant breeders to determine stable genotypes in various environments or stable genotypes in specific environments. The objective of this study was to evaluate morphological and agronomical traits and genetic X environment interaction of IPB sorghum breeding lines. The characterization was conducted at IPB experimental Field, based International Union for The Protection of New Varieties of Plants (UPOV), used 16 IPB sorghum breeding lines and six national varieties. Evaluation of genetic X environment interaction was conducted in Gowa South Sulawesi and Bogor West Java. This experiment used 16 sorghum lines and two national varieties. The results showed that breeding lines exhibited variation in morphological traits, have medium plant height, small diameter, short panicle length, and medium 1,000 grain weight. There was qualitative genetic X environment interaction on panicle length, days to flowering, 1,000 grain weight, grain filling rate, grain yield, and productivity. UP/N-124-7, UP/N-89-3, UP/N-151-3, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-4-3, UP/N-118-3, and UP/N-118-7 were well adapted in dry soil with dry climate. UP/N-48-2, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-156-8, UP/N-118-3, and UP/N-139-1 were well adapted in dry soil with wet climate.

Keywords: *characterization, IPB sorghum breeding lines, qualitative genetic X environment interaction*

ABSTRAK

Fenotipe tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi genetik X lingkungan. Informasi interaksi genetik X lingkungan diperlukan oleh pemulia tanaman untuk menentukan genotipe stabil pada berbagai lingkungan atau stabil pada lingkungan spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter morfologi dan agronomi serta pengaruh interaksi genetik X lingkungan galur sorgum hasil pemuliaan IPB. Evaluasi karakter dilaksanakan di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB menggunakan 16 galur sorgum dan enam varietas nasional, berdasarkan panduan International Union for The Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Evaluasi pengaruh interaksi genetik X lingkungan dilaksanakan di Gowa Sulawesi Selatan dan Bogor Jawa Barat, dengan membandingkan 16 galur sorgum dan dua varietas nasional. Galur-galur sorgum mempunyai keragaman pada karakter morfologi serta mempunyai tinggi tanaman sedang, diameter kecil, dan bobot 1,000 butir sedang. Terdapat interaksi genetik X lingkungan kualitatif pada karakter panjang malai, umur berbunga, bobot 1,000 butir, laju pengisian biji, bobot petakan, dan produktivitas. UP/N-124-7, UP/N-89-3, UP/N-151-3, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-4-3, UP/N-118-3, dan UP/N-118-7 mampu beradaptasi baik di lahan kering beriklim kering. UP/N-48-2, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-156-8, UP/N-118-3, dan UP/N-139-1 mampu beradaptasi baik di lahan kering beriklim basah.

Kata kunci: *galur sorgum IPB, interaksi genetik X lingkungan kualitatif, karakterisasi*

PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman pangan penting kelima di dunia setelah gandum,

padi, jagung, dan barley (Mekbib, 2006), yang biasa dikonsumsi dalam bentuk biji, tepung, dan bubur (Dicko *et al.*, 2006a). Sorgum mengandung karbohidrat, kalium, zat besi, vitamin A, B, D, E, dan K (Dicko *et al.*, 2006b). Sorgum dapat ditanam di lahan kering dan mampu tumbuh pada rentang suhu optimum yang relatif lebar (Harris *et al.*, 2007). Varietas sorgum yang dikembangkan di Indonesia

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: trikaditya@gmail.com

saat ini umumnya ditujukan untuk dibudidayakan di lahan kering beriklim kering seperti Sulawesi, NTT, dan NTB. Varietas sorgum yang adaptif di lahan kering beriklim basah belum dikembangkan di Indonesia. Tanaman sorgum juga diarahkan untuk dibudidayakan pada lahan-lahan masam. Pengembangan galur-galur sorgum toleran lahan masam merupakan upaya untuk mengoptimalkan penggunaan lahan-lahan marginal di Indonesia (Sungkono *et al.*, 2009).

Departemen Agronomi dan Hortikultura telah melakukan kegiatan pemuliaan tanaman sorgum. Sampai saat ini telah diperoleh sejumlah galur harapan yang diperoleh melalui persilangan antara dua tetua yang dilanjutkan dengan penggaluran dan seleksi secara pedigree. Galur-galur hasil pemuliaan tanaman perlu dikarakterisasi untuk menyusun dokumen pendaftaran varietas tanaman. *International Union for The Protection of New Varieties of Plants* (UPOV) merupakan lembaga internasional yang melindungi keberadaan varietas baru dan memberikan panduan lengkap untuk kegiatan karakterisasi (Kusuma dan Sofiari, 2007).

Keragaan suatu genotipe tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan interaksi genetik X lingkungan. Interaksi faktor genetik X lingkungan menyebabkan perbedaan respon genotipe ketika ditanam pada lingkungan yang berbeda (Romagosa dan Fox, 1993). Karakter kuantitatif seperti hasil dan komponen hasil sangat dipengaruhi oleh interaksi genetik X lingkungan (Ghazy *et al.*, 2012). Hasil penelitian pada tanaman sorgum menunjukkan bahwa interaksi genetik X lingkungan berpengaruh nyata pada karakter produktivitas sehingga galur yang mempunyai produktivitas yang baik pada suatu lokasi belum tentu mempunyai produktivitas yang baik pada lokasi lainnya (Adugna 2007; Abdalla dan Gamar 2011; Abubakar dan Bubuche 2013). Informasi interaksi genetik X lingkungan diperlukan untuk membantu pemulia dalam menentukan genotipe yang adaptif lingkungan spesifik atau genotipe yang adaptif pada berbagai lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi karakter morfologi dan agronomi serta mempelajari pengaruh interaksi genetik X lingkungan pada galur-galur sorgum di dua lingkungan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Percobaan 1: Evaluasi Karakter Morfologi dan Agronomi

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2014. Bahan genetik yang digunakan adalah 16 galur sorgum hasil persilangan antara UPCA S1 x Numbu dan enam varietas nasional (Numbu, Kawali, Mandau, Pahat, UPCA-S1, dan Samuray 1) sebagai pembanding. Setiap galur dan varietas pembanding ditanam sebanyak dua baris dalam satu plot berukuran 12 m x 5.5 m. Pengolahan lahan dilakukan satu minggu sebelum tanam. Jarak tanam yang digunakan adalah 70 cm x 10 cm dan setiap lubang ditanami tiga benih. Karakter yang diamati meliputi karakter morfologi dan agronomi dengan mengikuti panduan UPOV untuk tanaman sorgum (UPOV, 2013) dan (Elangovan *et al.*, 2014).

Percobaan 2: Evaluasi Interaksi Genetik X Lingkungan

Penelitian dilaksanakan di Gowa Sulawesi Selatan pada bulan Juni sampai dengan Oktober 2014 dan *University Farm* IPB Bogor pada bulan April sampai Juli 2015. Gowa mewakili daerah lahan kering beriklim kering dan Bogor mewakili daerah lahan kering beriklim basah. Data lingkungan disajikan pada Tabel 1. Tanaman yang digunakan sama dengan percobaan 1 yakni adalah 16 galur sorgum hasil persilangan antara UPCA S1 x Numbu dan dua varietas nasional (Numbu dan Kawali) sebagai pembanding. Penelitian menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) sebanyak tiga ulangan sehingga terdapat 54 satuan percobaan. Setiap galur ditanam dengan jarak tanam 70 cm x 10 cm dengan ukuran plot 3 m x 4 m.

Pemeliharaan yang dilakukan meliputi pemupukan, penyiangan, dan pengendalian hama penyakit. Pupuk yang diberikan adalah Urea, SP-18, dan KCl dengan dosis sebesar 150 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹, dan 100 kg ha⁻¹. Pemupukan diberikan dua kali yaitu pemupukan pertama pada saat tanam dengan dosis 100 kg ha⁻¹ Urea, 200 kg ha⁻¹ SP-18, dan 100 kg ha⁻¹ KCl. Pemupukan kedua pada umur 3 MST dengan dosis 50 kg ha⁻¹ Urea (Trikoesoemaningtyas *et al.* 2015). Pemanenan dilakukan jika 80% tanaman dari satu genotipe sudah masak sempurna. Karakter-karakter kuantitatif yang diamati yaitu tinggi tanaman, umur berbunga, panjang malai, bobot malai, bobot 1,000 biji, laju pengisian biji, bobot per petak, dan produktivitas.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam pada masing-masing lingkungan dan dilanjutkan dengan analisis ragam gabungan (lingkungan bersifat acak dan genotipe bersifat tetap). Jika terdapat perbedaan genotipe pada masing-masing lingkungan, dilanjutkan dengan uji lanjut Dunnett taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Morfologi dan Agronomi Galur-Galur Sorgum

Hasil pengamatan pada daun menunjukkan bahwa galur sorgum mempunyai intensitas hijau daun sedang dan mempunyai tulang daun berwarna putih kekuningan. Hasil

Tabel 1. Data curah hujan selama periode penelitian di Gowa dan Bogor

Lingkungan	Bulan	Curah hujan (mm per bulan)
KP.Balitsereal Bajeng, Gowa	Juni 2014	36.0
	Juli 2014	39.0
	Agustus 2014	1.0
	September 2014	0.0
KP. University Farm, Bogor	April 2015	206.1
	Mei 2015	209.1
	Juni 2015	90.0
	Juli 2015	1.6

pengamatan pada warna putik menunjukkan galur sorgum mempunyai putik berwarna putih (enam galur), kuning muda (empat galur), dan kuning terang (enam galur). Galur sorgum hasil pemuliaan IPB mempunyai bentuk malai yang beragam yaitu melebar bagian atas (lima galur), melebar bagian tengah (delapan galur), dan melebar bagian bawah (tiga galur) (Tabel 2). Galur-galur sorgum yang diuji mempunyai malai yang rapat. Sorgum budidaya diarahkan mempunyai malai yang rapat karena kerapatan berkolerasi positif dengan daya hasil tinggi (Brown *et al.*, 2006), namun malai yang rapat akan lebih mudah terserang jamur (*grain mold*) karena kondisi malai yang lembab sehingga mendukung untuk perkembangan jamur (Sharma *et al.*, 2010).

Galur-galur sorgum mempunyai keragaman karakter warna biji yaitu putih, putih kekuningan, kuning, putih keabu-abuan, merah kecoklatan, dan coklat (Tabel 2). Sorgum dengan biji gelap (merah dan coklat) lebih resisten terhadap jamur karena mempunyai kandungan fenol yang lebih tinggi dibanding sorgum dengan biji terang (Menkir *et al.*, 1996; Waniska, 2000). Sorgum dengan biji terang (putih dan kuning) biasanya digunakan untuk pangan (Waniska, 2000). Hasil pengamatan pada leher malai menunjukkan galur sorgum mempunyai leher malai sangat pendek (enam galur), pendek (dua galur), dan sedang (delapan galur). Leher malai kategori sedang dan panjang merupakan karakter yang diinginkan oleh pemulia sorgum karena leher malai yang sedang dan panjang menyebabkan malai keluar dengan sempurna dan memudahkan pada saat panen (Berenji *et al.*, 2011).

Karakter tinggi tanaman sorgum terbagi ke dalam tiga kategori: pendek (76-150 cm), sedang (151-225 cm), dan tinggi (> 225 cm). Berdasarkan pengelompokan tersebut, seluruh galur sorgum mempunyai tinggi tanaman kategori sedang (Tabel 2). Disamping daya hasil, karakter tinggi tanaman merupakan kriteria seleksi dalam program pemuliaan sorgum karena menentukan tingkat kerebahan tanaman (Dillon *et al.*, 2007). Karakter diameter batang sorgum terbagi ke dalam tiga kategori: kecil (< 2 cm), sedang (2-4 cm), besar (> 4 cm) (Elangovan *et al.*, 2014). Seluruh galur sorgum yang diuji dalam penelitian ini memiliki diameter batang kategori kecil.

Karakter panjang malai terbagi ke dalam lima kategori: sangat pendek (< 11 cm), pendek (11-20 cm), sedang (21-30 cm), panjang (31-40 cm), dan sangat panjang (> 40 cm). Seluruh galur sorgum yang diuji memiliki panjang malai kategori pendek. Karakter bobot 1,000 butir terbagi ke dalam lima kategori: sangat rendah (<16 g), rendah (16-25 g), sedang (26-35 g), tinggi (36-45 g), dan sangat tinggi (>45 g) (Elangovan *et al.*, 2014). Sebagian besar galur sorgum yang diuji mempunyai bobot 1,000 butir kategori sedang (Tabel 2).

Interaksi Genetik X Lingkungan

Perbedaan lingkungan merupakan salah satu komponen yang berpengaruh dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Nur *et al.*, 2012). Lingkungan pengujian galur-galur sorgum mempunyai perbedaan

intensitas curah hujan, Gowa mempunyai curah hujan yang lebih rendah dibanding Bogor. Hasil analisis ragam pada masing-masing lingkungan menunjukkan bahwa genotipe tidak berpengaruh nyata pada seluruh karakter yang diamati di Gowa, tetapi genotipe berpengaruh nyata pada seluruh karakter yang diamati di Bogor. Hasil analisis kehomogenan ragam menunjukkan bahwa ragam pada kedua lingkungan homogen sehingga dapat dilakukan analisis ragam gabungan (data tidak ditampilkan).

Galur-galur sorgum di dua lingkungan mempunyai rata-rata tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dengan Numbu dan Kawali yang berkisar 187-217 cm. Galur-galur sorgum mempunyai rata-rata umur panen berkisar 86-93 hari dan tidak berbeda nyata dengan Numbu dan Kawali. Galur UP/N-89-3 dan UP/N-166-6 mempunyai periode pengisian biji yang lebih lama dibandingkan Kawali, sedangkan galur lainnya mempunyai periode pengisian biji yang tidak berbeda nyata dengan Numbu dan Kawali. Galur-galur sorgum di dua lingkungan mempunyai rata-rata bobot malai yang tidak berbeda dengan Numbu dan Kawali yang berkisar 40-59 g (Tabel 4).

Galur-galur sorgum yang diuji di Gowa memiliki umur berbunga yang tidak berbeda dengan varietas pembandingan, sedangkan hasil pengujian di Bogor menunjukkan bahwa galur UP/N-124-7, UP/N-89-3, UP/N-151-3, UP/N-166-6 mempunyai umur berbunga yang lebih cepat dibanding Numbu dan Kawali (Tabel 5). Secara umum, galur-galur sorgum yang diuji di Gowa mempunyai umur berbunga yang lebih cepat 4-7 hari dibandingkan galur-galur sorgum yang diuji di Bogor. Hasil pengujian di Gowa menunjukkan bahwa galur sorgum yang diuji mempunyai laju pengisian biji yang tidak berbeda dengan Numbu dan Kawali, sedangkan hasil pengujian di Bogor menunjukkan bahwa galur UP/N-151-3 mempunyai laju pengisian biji yang lebih cepat dibanding Kawali dan Numbu (Tabel 5). Hasil pengujian di Gowa menunjukkan bahwa galur-galur sorgum yang diuji mempunyai panjang malai yang sama dengan Numbu dan Kawali. Hasil pengujian di Bogor menunjukkan bahwa galur UP/N-159-9 memiliki panjang malai yang sama dengan Numbu dan Kawali, sedangkan galur lainnya mempunyai panjang malai yang lebih pendek dibanding Kawali (Tabel 5).

Galur-galur sorgum yang diuji di Gowa mempunyai bobot 1,000 butir yang tidak berbeda dengan Numbu dan Kawali. Hasil pengujian di Bogor menunjukkan bahwa galur UP/N-48-2 dan UP/N-39-10 mempunyai bobot 1,000 butir yang lebih tinggi dibanding Kawali dan tidak berbeda dengan Numbu, sedangkan galur lainnya mempunyai bobot 1,000 butir yang lebih rendah dibanding Numbu (Tabel 6). Hasil pengujian di Gowa menunjukkan bahwa galur sorgum mempunyai bobot per petak dan produktivitas yang tidak berbeda dengan Numbu dan Kawali. Hasil pengujian di Bogor menunjukkan bahwa sebagian besar galur mempunyai bobot per petak dan produktivitas lebih rendah dibanding Numbu kecuali galur UP/N-48-2, UP/N-32-8, dan UP/N-17-10 (Tabel 6). Ketiga galur tersebut mempunyai bobot per petak dan produktivitas yang lebih tinggi dibanding Kawali dan tidak berbeda dengan Numbu.

Tabel 2. Keragaan karakter morfologi dan agronomi galur sorgum hasil pemuliaan IPB

No	Karakter	Tingkatan	Galur	Varietas pembanding
1	Intensitas hijau daun*	Terang	-	
		Sedang	16 galur	Numbu, UPCA-S1, Mandau
		Gelap	-	Kawali, Samurai 1, Pahat
2	Warna tulang daun*	Putih	-	-
		Putih kekuningan	16 galur	Numbu, UPCA-S1
		Kuning muda	-	-
		Kuning terang	-	Mandau, Samurai 1, Pahat, Kawali
		Kuning gelap	-	-
		Coklat	-	-
3	Warna putik*	Putih	6 galur	Kawali, Samurai 1, Mandau, Pahat
		Kuning muda	4 galur	UPCA-S1, Numbu
		Kuning terang	6 galur	-
		Kuning gelap	-	-
		Abu-abu	-	-
4	Bentuk malai*	Piramida terbalik	-	UPCA-S1
		Melebar bagian atas	5 galur	-
		Melebar bagian tengah	8 galur	Kawali, Samurai 1, Pahat, Numbu
		Melebar bagian bawah	3 galur	-
		Piramida	-	Mandau
5	Warna biji*	Putih	8 galur	UPCA-S1
		Putih keabuan	1 galur	-
		Putih kekuningan	-	Kawali, Pahat
5	Warna biji*	Kuning	1 galur	Numbu, Samurai 1
		Jingga	-	Mandau
		Jingga kemerahan	-	-
		Coklat	1 galur	-
		Merah kecoklatan	5 galur	-
		Coklat	-	-
6	Panjang leher malai**	Jingga	-	Mandau
		Jingga kemerahan	-	-
		Coklat	1 galur	-
		Merah kecoklatan	5 galur	-
		Coklat	-	-
7	Tinggi tanaman**	Pendek (76-150 cm)	-	Pahat
		Sedang (151-225cm)	16 galur	UPCA-S1, Numbu, Mandau, Kawali, Samurai 1
		Tinggi (226-300 cm)	-	-
8	Diameter batang**	Kecil (<2 cm)	16 galur	UPCA-S1, Numbu, Mandau, Kawali, Samurai 1, Pahat
		Sedang (2-4 cm)	-	-
		Besar (>4 cm)	-	-
9	Panjang malai**	Sangat pendek (<11 cm)	-	-
		Pendek (11-20 cm)	14 galur	UPCA-S1
		Sedang (21-30 cm)	2 galur	Samurai 1, Mandau, Numbu, Kawali, Pahat
		Panjang (31-40 cm)	-	-
		Sangat panjang (>40 cm)	-	-

Lanjutan Tabel 2. Keragaan karakter morfologi dan agronomi galur sorgum hasil pemuliaan IPB

No	Karakter	Tingkatan	Galur	Varietas pembanding
10	Bobot 1,000 butir**	Sangat rendah (<16 g)	-	-
		Rendah (16-25 g)	-	-
		Sedang (26-35 g)	15 galur	Kawali, Pahat, Mandau, Samurai 1, UPCA-S1
		Tinggi (36-45 g)	1 galur	Numbu
		Sangat tinggi (>45 g)	-	-

Keterangan: *Berdasarkan UPOV (2013); **Berdasarkan Elangovan *et al.* (2014)

Analisis ragam gabungan menunjukkan bahwa interaksi genetik X lingkungan berpengaruh nyata terhadap karakter umur berbunga, panjang malai, bobot 1,000 butir, laju pengisian biji, bobot per petak, dan produktivitas (Tabel 3). Interaksi genetik X lingkungan nyata mengakibatkan galur yang sama akan memberikan respon berbeda pada lingkungan berbeda. Hasil penelitian pada tanaman sorgum menunjukkan bahwa karakter umur berbunga, panjang malai, bobot 1,000 butir, dan produktivitas dipengaruhi oleh interaksi genetik X lingkungan (Bello *et al.*, 2007; Ezzat *et al.*, 2010; Amare *et al.*, 2015)

Karakter bobot per petak dan produktivitas galur-galur sorgum dipengaruhi interaksi genetik X lingkungan yang bersifat kualitatif. Hasil pengamatan pada karakter produktivitas menunjukkan bahwa galur UP/N-151-3 yang mempunyai produktivitas keempat tertinggi di Gowa dan turun ke peringkat 17 di Bogor. Galur UP/N-48-2 mempunyai produktivitas tertinggi di Bogor dan turun ke peringkat 13 di Gowa (Tabel 6). Interaksi genetik X lingkungan kualitatif terjadi ketika terdapat perbedaan lingkungan pengujian yang ekstrim sehingga menyebabkan adanya perubahan peringkat galur di lingkungan pengujian (Mohammadi *et al.*, 2007). Adanya interaksi genetik X lingkungan kualitatif akan mempersulit pemulia dalam pemilihan galur yang

mempunyai produktivitas tinggi sehingga diperlukan identifikasi galur yang mampu beradaptasi spesifik lokasi (Rasyad dan Idwar, 2010).

Interaksi genetik X lingkungan kualitatif yang nyata pada bobot per petak dan produktivitas menyebabkan adanya galur-galur yang spesifik lingkungan. Galur UP/N-124-7, UP/N-89-3, UP/N-151-3, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-4-3, UP/N-118-3, dan UP/N-1187-7 mempunyai produktivitas tinggi dan mampu beradaptasi baik pada lingkungan lahan kering beriklim kering (Gowa). Galur UP/N-48-2, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-156-8, UP/N-118-3, dan UP/N-139-1 mempunyai produktivitas tinggi dan mampu beradaptasi baik pada lingkungan lahan kering beriklim basah (Bogor). Galur UP/N-32-8, UP/N-17-10, dan UP/N-118-3 mempunyai adaptasi yang baik di kedua lingkungan sehingga dapat diprediksi bahwa galur-galur tersebut adaptif untuk lingkungan lahan kering beriklim kering dan lahan kering beriklim basah.

Informasi mengenai adanya galur-galur spesifik lingkungan menunjukkan bahwa galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB mempunyai keragaman adaptasi yang luas, meskipun berasal dari dua tetua yang sama. Galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB yang mampu beradaptasi dengan baik di lahan kering beriklim kering dapat ditujukan untuk

Tabel 3. Analisis ragam gabungan pengaruh genotipe (G), lingkungan (L), dan interaksi G x L pada karakter agronomi galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB di dua lingkungan

Karakter	Kuadrat tengah		
	Lingkungan (L)	Genotipe (G)	G x L
Tinggi tanaman	3,087,54	449.11	267.06
Panjang malai	0.70	153.62	4.11*
Umur berbunga	1,302,08	20.04	14.04*
Umur panen	911.70**	20.04	27.87
Bobot malai	6,808,07*	104.59	153.90
Bobot 1,000 butir	78.71	75.24	45.81*
Periode pengisian biji	3,524,90**	23.81	19.13
Laju pengisian biji	42.56**	0.45	0.54*
Bobot per petak	5.89	0.93	0.61*
Produktivitas	0.47	2.42	1.63*

Keterangan: * = berpengaruh nyata pada taraf 5%; ** = berpengaruh nyata pada taraf 1%

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman, umur panen, periode pengisian biji, dan bobot malai galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB

Galur	Tinggi tanaman (cm)	Umur panen (hst)	Periode pengisian biji (hari)	Bobot malai (gram)
	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata
UP/N-124-7	196.8	86.5	30.0	52.4
UP/N -89-3	197.3	89.5	35.0a	40.7
UP/N -82-3	195.0	90.5	33.5	49.5
UP/N -48-2	207.2	89.5	30.5	51.6
UP/N -151-3	203.9	88.0	31.5	48.3
UP/N -39-10	212.9	91.5	30.5	55.2
UP/N -32-8	216.6	93.0	32.0	58.3
UP/N -17-10	214.3	93.5	32.0	59.6
UP/N -166-6	187.2	91.0	34.5a	43.0
UP/N -159-9	200.1	91.5	31.5	54.9
UP/N -156-8	217.6	89.0	29.0	56.3
UP/N -4-3	194.9	91.0	33.0	55.1
UP/N -118-3	205.4	89.0	30.0	53.0
UP/N -139-1	215.2	92.5	32.5	51.8
UP/N -118-7	204.2	90.5	32.5	50.1
UP/N -139-5	204.0	92.5	32.0	49.6
Kawali	211.4	90.5	27.0	57.6
Numbu	210.1	87.5	28.5	56.7

Keterangan: a = berbeda nyata dengan Kawali pada uji Dunnet taraf 5%

Tabel 5. Nilai tengah umur berbunga, laju pengisian biji, dan panjang malai galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB

Galur	Umur berbunga (hst)		Laju pengisian biji (gram per hari)		Panjang malai (cm)	
	Gowa	Bogor	Gowa	Bogor	Gowa	Bogor
UP/N-124-7	53	60ab	3.10	1.04b	29.6	14.7ab
UP/N -89-3	54	56ab	2.30	0.95b	30.5	14.5ab
UP/N -82-3	53	61b	2.17	1.10	28.0	16.7a
UP/N -48-2	53	65a	2.42	1.23	17.0ab	16.9a
UP/N -151-3	55	58ab	2.83	0.82ab	31.0	16.4a
UP/N -39-10	57	65	2.51	1.31	34.0	15.7a
UP/N -32-8	58	65	2.28	1.44	16.0ab	15.2a
UP/N -17-10	58	65	2.30	1.53	15.0ab	16.5a
UP/N -166-6	55	59ab	1.62	0.93b	33.0	17.2a
UP/N -159-9	58	62b	2.73	1.06	29.6	18.2
UP/N -156-8	54	65	2.99	1.37	29.6	16.5a
UP/N -4-3	55	60b	2.33	1.20	15.0ab	15.2a
UP/N -118-3	55	63	2.35	1.34	31.3	16.7a
UP/N -139-1	56	64	1.49	1.64a	33.0	15.7a
UP/N -118-7	57	60b	2.20	1.11	31.0	15.2a
UP/N -139-5	57	62b	2.15	1.29	25.8	14.8ab
Kawali	54	62	3.70	1.27	35.8	20.8
Numbu	52	65	3.09	1.45	34.8	17.8

Keterangan: a = berbeda nyata dengan Kawali pada uji Dunnet taraf 5%; b = berbeda nyata dengan Numbu pada uji Dunnet taraf 5%

Tabel 6. Nilai tengah bobot 1,000 butir, bobot petakan, produktivitas dan peringkat galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB

Galur	Bobot 1,000 butir (g)		Bobot per petak (kg)		Produktivitas (ton ha ⁻¹)			
	Gowa	Bogor	Gowa	Bogor	Gowa	Peringkat	Bogor	Peringkat
UP/N-124-7	29.6	34.7b	2.66	2.19b	4.76	9	3.48b	13
UP/N -89-3	30.5	34.5b	2.55	1.92b	4.55	10	3.04b	16
UP/N -82-3	28.0	28.9b	2.34	2.21b	4.18	11	3.72b	11
UP/N -48-2	33.0	42.8a	2.24	3.47a	4.01	13	5.50a	1
UP/N -151-3	31.0	37.3	2.88	1.90b	5.14	4	3.01b	17
UP/N -39-10	34.3	43.2a	2.30	2.02b	4.11	12	3.21b	15
UP/N -32-8	37.3	38.0	3.12	3.12a	5.58	1	4.95a	4
UP/N -17-10	35.3	26.2b	2.88	3.30a	5.15	3	5.23a	2
UP/N -166-6	33.0	32.7b	2.07	2.11b	3.69	15	3.35b	14
UP/N -159-9	29.6	29.6b	2.19	1.81b	3.92	14	2.87b	18
UP/N -156-8	29.6	32.2b	1.61	2.76b	2.88	17	4.38	6
UP/N -4-3	32.3	33.3b	2.67	2.51b	4.76	8	3.99	8
UP/N -118-3	31.3	27.1b	2.70	2.75	4.82	6	4.84	5
UP/N -139-1	33.0	31.7b	1.71	2.58b	3.05	16	4.10	7
UP/N -118-7	31.0	26.8b	2.65	2.38b	4.73	7	3.78b	9
UP/N -139-5	25.8	32.7b	1.53	2.36b	2.73	18	3.75b	10
Kawali	35.8	29.4	2.88	2.31	5.14	5	3.66	12
Numbu	34.8	44.7	2.90	3.28	5.18	2	5.20	3

Keterangan: a = berbeda nyata dengan Kawali pada uji Dunnet taraf 5%; b = berbeda nyata dengan Numbu pada uji Dunnet taraf 5%

dibudidayakan di daerah beriklim kering seperti Sulawesi, NTB, dan NTT. Galur-galur sorgum hasil pemuliaan IPB yang mampu beradaptasi dengan baik di lahan kering beriklim basah dapat ditujukan untuk dibudidayakan di daerah beriklim basah seperti Sumatera dan Jawa Barat.

KESIMPULAN

Galur-galur sorgum mempunyai keragaman pada karakter warna putik, bentuk malai, dan warna biji. Galur-galur sorgum memiliki tinggi tanaman kategori sedang, diameter kecil, malai pendek, dan bobot 1,000 butir sedang. Interaksi genetik X lingkungan berpengaruh nyata terhadap karakter panjang malai, umur berbunga, bobot 1,000 butir, laju pengisian malai, bobot per petak, dan produktivitas. Karakter panjang malai, umur berbunga, bobot 1,000 butir, laju pengisian malai, bobot per petak, dan produktivitas mempunyai interaksi genetik X lingkungan bersifat kualitatif. Galur UP/N-124-7, UP/N-89-3, UP/N-151-3, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-4-3, UP/N-118-3, dan UP/N-1187-7 mampu beradaptasi baik pada lingkungan lahan kering beriklim kering. Galur UP/N-48-2, UP/N-32-8, UP/N-17-10, UP/N-156-8, UP/N-118-3, dan UP/N-139-1 mampu beradaptasi baik pada lingkungan lahan kering beriklim basah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, H.M., Y.A. Gamar. 2011. Climate change: selection of sorghum genotype with wide adaptation, AG-17 for rain-fed areas of Sudan. *Int. J. Agric. Sci.* 1:144-155.
- Abubakar, L., T.S. Bubuche. 2013. Genotype x environment interaction on biomass production in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in North-Western Nigeria. *Afr. J. Agric. Res.* 8:4460-4465.
- Adugna, A. 2007. Assessment of yield stability in sorghum. *Afr. Crop Sci. J.* 15:83-92.
- Amare, K., H. Zeleke, G. Bultosa. 2015. Variability for yield, yield related traits and association among traits of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varieties in Wollo, Ethiopia. *J. Plant Breed. Crop Sci.* 7:125-133.
- Bello, D., A.M. Kadams, S.Y. Simon, D.S. Mashi. 2007. Studies on genetic variability in cultivated sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars of Adamawa State Nigeria. *Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 2:297-302.

- Berenji, J., J. Dahlberg, V. Sikora, D. Latkovic. 2011. Origin, history, morphology, production, improvement, and utilization of Broomcorn (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in Serbia. *Econ. Bot.* 65:190-208.
- Brown, P.J., P.E. Klein, E. Bortiri, C.B. Acharya, W.L. Rooney, S. Kresovich. 2006. Inheritance of inflorescence architecture in sorghum. *Theor. Appl. Genet.* 113:931-942.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traoré, A.G.J. Voragen, W.J.H.V. Berkel. 2006a. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *Afr. J. Biotechnol.* 5:384-395.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traoré, A.G.J. Voragen, W.J.H.V. Berkel. 2006b. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of sorghum for food use. *Biotechnol. Mol. Biol. Rev.* 1:21-38.
- Dillon, S.L., F.M. Shapter, R.J. Henry, G. Cordeiro, L. Izquierdo, L.S. Lee. 2007. Domestication to crop improvement: genetic resources for sorghum and saccharum (Andropogoneae). *Ann. Bot.* 100:975-989.
- Elangovan, M., G.C. Reddy, P.K. Babu, M.J. Rani. 2014. Preliminary evaluation of mini-core collection of sorghum for utilization. p. 291-292. Conference: Global consultation on Millets Promotion for Health & Nutritional Security. Directorate of Sorghum Research. Hyderabad.
- Ezzat, E.M., M.A. Ali, A.M. Mahmoud. 2010. Agronomic performance, genotype x environment interaction and stability analysis of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Asian J. Crop Sci.* 2:20-26.
- Ghazy, M.M.F., M.S. Shadia, N.R. Magna. 2012. Stability analysis and genotype x environment interactions for forage sorghum hybrids (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Univ.* 38:142-152.
- Harris, K., P.K. Subudhi, A. Borrell, D. Jordan, D. Rosenow, H. Nguyen, P. Klein, R. Klein, J. Mullet. 2007. Sorghum stay-green QTL individually reduce post-flowering drought-induced leaf senescence. *J. Exp. Bot.* 58:327-338.
- Kusuma, E. Sofiari. 2007. Karakterisasi kentang varietas Granola, Atlantik, dan Balsa dengan metode UPOV. *Bul. Plasma Nutfah.* 13:27-33.
- Mekbib, F. 2006. Farmer and formal breeding of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and the implications for integrated plant breeding. *Euphytica* 152:163-176.
- Menkir, A., G. Ejeta, L. Butler, A. Melakeberhan. 1996. Physical and chemical kernel properties associated with resistance to grain mold in sorghum. *Cereal Chem.* 73:613-617.
- Mohammadi, R., A. Adbullahi, R. Haghparast, M. Arminon. 2007. Interpreting genotype x environment interactions for durum wheat grain yields using nonparametric methods. *Euphytica* 157:239-251.
- Nur, A., Trikoesoemaningtyas, N. Khumaida, S. Yahya. 2012. Evaluasi dan keragaman genetik 12 galur gandum introduksi di lingkungan tropika basah. *Agrovigor* 11:230-243.
- Rasyad, A. Idwar. 2010. Interaksi genetik x lingkungan dan stabilitas komponen hasil berbagai genotipe kedelai di Provinsi Riau. *J. Agron. Indonesia* 3:25-29.
- Romagosa, I., P.N. Fox. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. p. 373-390. *In* M.D. Hayward, N.O. Bosermark, I. Romagosa (Eds.). *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Chapman & Hall, London.
- Sharma, R., V.P. Rao, H.D. Upadhyaya, G.V. Reddy, R.P. Thakur. 2010. Resistance to grain mold and downy mildew in a mini-core collection of sorghum germplasm. *Plant Dis.* 94:439-444.
- Sungkono, Trikoesoemaningtyas, D. Winas, D. Sopandie, S. Human, M.A. Yudiarto. 2009. Pendugaan parameter genetik dan seleksi galur mutan sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) di tanah masam. *J. Agron. Indonesia* 37:220-225.
- Trikoesoemaningtyas, D. Winas, D. Sopandie, T. Tesso. 2015. Genotypes X environment interaction effect on nutritional quality of sorghum lines in Indonesia. *Ekin J. Crop Breeding Genet.* 1:26-31.
- [UPOV] International Union for the Protection of New Varieties of Plants. 2013. Sorghum. International Union For The Protection of New Varieties of Plants. Geneva.
- Waniska, R.D. 2000. Structure phenolic compounds and antifungal proteins of sorghum caryopses. p. 72-106. *In* A. Chandrashekar, R. Bandyopadhyay, A.J. Hall (Eds.). *Technical and institutional options for sorghum grain mold management*. Patancheru.